

Федеральное агентство научных организаций
Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН
Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН
Российский фонд фундаментальных исследований

МОРСКИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием,
приуроченная к 145-летию
Севастопольской биологической станции*

Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.

Сборник материалов

Том 3

Севастополь
ЭКОСИ-Гидрофизика
2016

УДК 574.5(063)
ББК 28.082.14
М 80

Редакторы: д.б.н. И.В. Довгаль

Морские биологические исследования: достижения и перспективы :
М 80 в 3-х т. : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.) / под общ. ред. А.В. Гаевской. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. – Т. 3. – 493 с.

ISBN 978-5-9907936-5-1

ISBN 978-5-9907936-8-2 (том 3)

Сборник подготовлен на основании материалов докладов, представленных на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции. В третий том вошли статьи по радиохемозологии; проблемам загрязнения и биоиндикации качества водной среды; рациональному природопользованию, особо охраняемым природным территориям и акваториям; морским биологическим ресурсам; биотехнологии и аквакультуре.

УДК 574.5(063)

ББК 28.082.14

Marine biological research: achievements and perspectives: in 3 vol. : Proceedings of All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation dedicated to the 145th anniversary of Sevastopol Biological Station (Sevastopol, 19–24 September, 2016) / Ed. A.V. Gaevskaya. – Sevastopol : EKOSI-Gidrofizika, 2016. – Vol. 3. – 493 p.

Proceedings were prepared on the basis of reports submitted to the All-Russian scientific-practical conference with international participation dedicated to the 145th anniversary of Sevastopol Biological Station. The third volume includes articles on radioecology, the problems of pollution and the bio-indication of water quality; rational use of natural resources, marine and terrestrial protected areas; marine biological resources, biotechnology and aquaculture.

Сборник издан при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-04-20627)

Оргкомитет конференции не несет ответственности
за оригинальность и достоверность подаваемых авторами материалов

Печатается по решению ученого совета
Института морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН
(протокол № 7 от 24.06.2016 г.)

ISBN 978-5-9907936-5-1

ISBN 978-5-9907936-8-2 (том 3)

©Авторы статей, 2016

©Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, 2016
©Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН, 2016

ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ПРИЕМНОЙ ЕМКОСТИ ДОННЫХ УЧАСТКОВ ПРИБРЕЖЬЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ ДЛЯ МАССОВЫХ ВИДОВ ФИТОФАГОВ (СЕРЫХ МОРСКИХ ЕЖЕЙ *STRONGILOCENTROTUS INTERMEDIUS*)

И. С. Турабжанова

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр («ТИНРО-Центр»),
Владивосток, РФ, irina.turabzhanova@tinro-center.ru

В работе основное внимание уделено анализу принципов формирования методики определения приемной емкости донных участков в аквакультуре морских серых ежей (*Strongylocentrotus intermedius*). Материалом для исследований послужили литературные и архивные данные по методам расчета приемной емкости для промысловых беспозвоночных, а также биологии и экологии морских серых ежей. Предложены некоторые методические подходы к определению приемной емкости морских акваторий для этого вида на донных участках побережья Приморского края.

Ключевые слова: серый морской еж, физическая, продукционная, экологическая и социальная категории приемной емкости

Приемную емкость в аквакультуре характеризуют как потенциальную максимальную продукцию вида или популяции, которая может поддерживаться в выбранной экосистеме, в соответствии с доступными ресурсами [1]. Один из главных принципов устойчивого развития аквакультуры – ее равновесное взаимодействие с окружающей средой и поиска компромисса между экологической безопасностью и экономической выгодой. Оценка приемной емкости не только является обоснованием для определения производственных мощностей аквакультурных хозяйств, но и характеризует устойчивость и возможность к восстановлению экосистем, в которых осуществляется хозяйственная деятельность [2]. В настоящей работе предпринята попытка предложить некоторые методические подходы к определению приемной емкости морских акваторий для фитофагов на примере серого морского ежа как одного из самых массовых и востребованных объектов промысла и аквакультуры в прибрежных водах Приморского края.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили литературные и архивные данные по методам расчета приемной емкости для промысловых беспозвоночных, а также биологии и экологии морских серых ежей.

Результаты и обсуждение. Для аквакультуры морских ежей, как и в целом для промысловых беспозвоночных, наиболее важны 4 категории приемной емкости – физическая, продукционная, экологическая и социальная [1, 3].

– *физическая* – часть акватории, соответствующая требованиям технологий культивирования для выбранного объекта аквакультуры;

– *продукционная* – предельная продукция культивируемого вида, расчет которой проводят путем оценки объемов доступной для гидробионтов пищи;

– *экологическая* – величина продукции объекта аквакультуры, которая может поддерживаться в системе без значительных изменений в экологических процессах, приводящих к смене видов, популяций или сообществ;

– *социальная* – уровень развития аквакультуры, который не ограничивает деятельность и не препятствует достижению собственных целей социальных групп населения [4].

Оценку *физической емкости* акватории для морских ежей предлагается выполнять в нескольких этапов с учетом следующих факторов: глубины, температуры и солености воды, гидродинамической активности и типов субстратов.

Этап 1. В первую очередь определяется диапазон глубин, пригодный для обитания ежей с учетом температурного и соленостного факторов. Далее рассчитывается примерная площадь оптимального глубинного среза.

Этап 2. На оптимальном глубинном срезе проводят анализ характера и интенсивности придонных течений. Учитывая, что серые морские ежи обитают на участках со средней и слабой степенью гидродинамической активности [5], участки дна, подверженные сильной волновой турбулентности и течениям, исключают из определенной ранее площади оптимального глубинного среза.

Этап 3. На площади, оставшейся после исключения участков с сильными течениями, производят картирование различных биотопов. Выделение биотопов проводят по типу грунта, а также по фитоценозам макрофитов, учитывая, что развитие молоди и рост ежей до товарных размеров проходят на относительно крупнокаменистых грунтах и среди зарослей водорослей и морских трав. После картирования следует исключить участки с илистым дном и однородные песчаные участки [6]. Таким образом, площадь оптимального глубинного среза, из которого исключены участки с неблагоприятными биотопами, будет составлять физическую емкость акватории для серого морского ежа.

Оценку *продукционной емкости* акватории предлагается выполнять, определяя биомассу основных кормовых объектов района, рассчитывая необходимое количество растительности для нативных ежей и вселяемой молоди и определяя итоговую численность животных с учетом объема доступных кормовых ресурсов. Методика оценки продукционной емкости нуждается в уточнении и может включать следующие этапы.

Этап 1. Определение спектра питания и среднегодовых рационов морских ежей разных размерных групп. Хотя морские ежи практически всеядны, они предпочитают все же питаться бурыми, зелеными и красными водорослями, а также детритом [5]. Спектр питания морских ежей определяется двумя факторами. Во-первых, это состав кормовых объектов, встречающихся в месте обитания животного в данное время [7, 8, 9]. Во-вторых, большое влияние на соотношение различных объектов в составе пищевого комка оказывает степень предпочтения того или иного вида корма, что проявляется в его выборочном потреблении [10].

Этап 2. Оценка видового состава донной растительности и определение биомассы основных кормовых объектов. Для питания морских ежей предпочтительны участки с растительностью разнородного состава с присутствием основных доминантных видов: ламинарии японской, костарии ребристой, ульвы продырявленной и ульварии блестящей. Присутствие этих видов в зарослях позволяет иметь достаточное количество разнообразной пищи в течение года, так как известно, что вариabельность пищи благоприятно влияет на размер и степень развития гонад морских ежей [11, 12].

Этап 3. Определение численности вселяемой молоди, способной прокормиться на данном участке дна с учетом объема доступных кормовых ресурсов и потребностей нативной популяции фитофагов.

В прибрежной зоне Приморского края анализ состояния кормовой базы и обеспеченности кормом поселений морских ежей проводился в 2015 г. на экспериментальных полигонах, различных по составу донной растительности и структуре поселений морских ежей [13].

При оценке *экологической емкости* акватории для морских ежей предлагается основное внимание уделять определению численности вселяемой молодежи, при которой популяция ежей не будет оказывать негативного воздействия на фитоценоз донной растительности. Характеристика экологической емкости акватории является очень трудоемким процессом, многие факторы, влияющие на механизмы поддержания равновесия в системе ежи – водоросли, могут быть недооценены или не учтены вовсе. Будучи типичными представителями пастбищной пищевой цепи, морские ежи рода *Strongylocentrotus* оказывают существенное структурирующее влияние на донные биоценозы, иногда полностью выедая заросли прибрежных макрофитов и регулируя таким образом видовой состав и показатели обилия других донных беспозвоночных, рыб и морских млекопитающих [5]. Экспериментальные исследования показали, что сообществу водорослей удастся достичь максимальной первичной продукции и видового разнообразия лишь при определённой биомассе ежей (величина которой зависит от вида животных). При большем или меньшем количестве фитофагов видовое разнообразие и продукция сообществ снижаются [14]. Определение экологической емкости для морских ежей потребует проведения исследовательских работ по определению оптимальной плотности вселяемой молодежи на единицу площади участков с различными типами фитоценозов.

Принципы определения *социальной емкости* для морских ежей и других групп беспозвоночных во многом сходны. Антропогенная деятельность прибрежных территорий зачастую является причиной загрязнения водных объектов или их частей и приводит к формированию условий, в которых эффективная деятельность аквакультурных хозяйств становится невозможной. По мнению ряда исследователей, площадь акваторий, на которых разрешено и является перспективным развитие аквакультуры в том или ином регионе, соответствует ее социальной емкости [15, 16, 17]. Проводить оценку социальной емкости акватории для аквакультуры серых морских ежей предлагается с учетом следующих факторов:

1) акватория не должна попадать в зону действия сброса стоков крупных промышленных предприятий и населенных центров;

2) при выделении акватории следует учитывать наличие водных путей сообщения и зон с ограниченным доступом, находящихся в ведении Министерства обороны и т. п.;

3) определение границ участков требует соблюдения баланса интересов предприятий аквакультуры и добытчиков водных биоресурсов.

Выводы. При определении приемной емкости морских прибрежных участков Приморского края для морских серых ежей предлагается использовать 4 категории приемной емкости – физическую, производственную, экологическую и социальную. Предварительный анализ приемной емкости позволит проводить выпуск молодежи в количествах, не превышающих расчетную максимальную нагрузку на акваторию.

1. McKindsey C. W., Thetmeyer H., Landry T., Silvert W. Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management // *Aquaculture*, 2006. V. 261. P. 451–562.
2. Ковачева Н. П., Чертопруд Е. С. Общие подходы к оценке приемной емкости морских акваторий для молодежи крабоидов (Decapoda, Lithodidae) на примере камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) // *Рыбное хозяйство*, № 2, 2014. С. 79–84.
3. Inglis G. J., Hayden B. J., Ross A. H. An overview of factors affecting the carrying capacity of coastal embayments for mussel culture. Christchurch: NIWA: 2002, Client Report СНС00/69.31 pp.

4. Byron C. j., Bengtson D., Costa-Pierce B., Calanni J. Integrating science into management: ecological carrying capacity of bivalve shellfish aquaculture // *Marine Policy*, 2014 (in press).
5. Кафанов А. И., Павлючков В. А. Экология промысловых морских ежей рода *Strongylocentrotus* материкового япономорского побережья России // *Изв. ТИНРО*, 2001. Т. 128. С. 349–373.
6. Eggleston D. B., Johnson E. G., Kellison G. T., Plaia G. R., Hugett G. T. Pilot Evaluation of Early Juvenile Blue Crab Stock Enhancement Using a Replicated BACI Design // *Reviews in Fisheries Science*. 2008. V. 16. P. 91–100.
7. Kawamura K. Fishery biological studies on a sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) // *Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.*, 1973. V. 16. P. 1–54.
8. Lawrence J. M. On the relationship between marine plants and sea urchins // *Oceanogr. and Mar. Biol. Annu. Rev.*, 1975. V. 13. P. 213–286.
9. Холодов В. И., Поповичев В. Н. Исследование процессов потребления и ассимиляции органических веществ морским ежом *Strongylocentrotus droebachiensis* (O. F. Muller) // *Биол. моря (Киев)*, 1979, № 51. С. 77–87.
10. Vadas R. L. Preferential feeding: an optimization strategy in sea urchins // *Ecol. Monogr.* 1977. Vol. 47, № 4. P. 337–371.
11. Santel L. Herbivory and between habitat diversity the differential effectiveness of defenses in a marine plant // *Ecology*, 1983. Vol. 66. N 2. P. 473–485.
12. Lozano J., Galera J., Lopez S. et al. Biological cycles and recruitment of *Paracentrotus lividus* in two contrasting habitats // *Mar. Ecol. Prog.*, 1995. Vol. 122. P. 179–191.
13. Результаты исследований приемной емкости акваторий побережья Приморского края // Проведение исследований по оценке приемной емкости кормой базы молоди водных биоресурсов водных объектов рыбохозяйственного значения для целей пастбищной аквакультуры в зоне ответственности ТИНРО-Центра. Отчет о НИР. / ТИНРО. Арх. № 27857. Владивосток, 2015. 32с.
14. Carpenter R. C. Grazing by *Diadema antillarum* (Philippi) and its effect on the benthic algal community // *J. Mar. Res.*, 1981. Vol. 39, № 4. P. 749–765.
15. Costa-Pierce B. A. Farming system research and extension methods for the devilmont of sustainable aquaculture ecosystems // Costa-Pierce B. A. (ed.) *Ecological Aquaculture: The evolution of the Blue Revolution*. Blackwell Science, Oxford, UK, 2002. P. 103–124.
16. Dalton T. Beyond biogeography: A framework for involving the public in planning of U.S. Marine Protected Areas // *Conservation Biology*., 2005. P. 1392–1401.
17. Dalton T. Exploring participants views of participatory coastal and marine resource management processes // *Coastal Management*., 2006. V. 34. P. 68–73.

**APPROACHES TO DETERMINATION THE CARRYING CAPACITY
OF THE BOTTOM AREAS OF PRIMORYE COASTAL REGIONS
FOR SEA URCHINS (*STRONGILOCENTROTUS INTERMEDIUS*)**

I. S. Turabzhanova

Pacific Research Fisheries Centre (TINRO-Centre), Vladivostok, RF, irina.turabzhanova@tinro-center.ru

The study focuses on the analysis of the basic principles of carrying capacity concept definition in aquaculture of gray sea urchin (*Strongylocentrotus intermedius*). We used literature and archival data on the methods of calculating the carrying capacity for commercial invertebrates, biology and ecology of gray sea urchins as the material for this research. This paper offers some methodological approaches to determining the carrying capacity of marine zones for sea urchins at the bottom areas of Primorye Territory coastal waters.

Key words: sea urchin, physical, productional, environmental and social categories of carrying capacity